Ueber die Theilung der Blutzellen beim Embryo.

Von

Robert Remak.

(Hierzu Taf. VIII.)

Am Schlusse meiner Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere (Berl. 1855, pag. 164-179) habe ich eine Geschichte der Zellentheorie gegeben und in derselben mitgetheilt, wie ich durch Zweifel gegen die von Schwann vertheidigte Generatio aequivoca der Zellen dahin gelangt bin, schon im Jahre 1841 zunächst an den embryonischen Blutzellen bei Vögeln und Säugethieren Vermehrung durch Theilung zu ermitteln. Diese Beobachtungen wurden zwar von Kölliker (1845) und Gerlach (1847) bestätigt; doch standen sie viele Jahre lang als vereinzelte Beispiele von Zellentheilung da, bis es mir im Jahre 1852 gelang zu erkennen (vergl. meinen Aufsatz über extracellulare Entstehung thierischer Zellen und über Vermehrung derselben durch Theilung, in Müll. Archiv 1852. p. 47), dass die aus der Furchung hervorgehenden Zellen sich sämmtlich bei ihrem Uebergange in Gewebe durch Theilung vermehren und dass die von mir früher beobachtete Theilung der Blutzellen (und der Muskelfaserzellen) nur vereinzelte Glieder in der Reihe dieser zusammenhängenden Erscheinungen waren. Die Auffindung der Eihüllenmembran an dem sich furchenden Froscheie (Müller's Archiv 1854) und der Nachweis, dass die Furchung in einer fortschreitenden Theilung der Eizelle besteht, bildeten den Schlussstein jener Bemühungen, aus welchen eine vollständige **Reform der Zellentheorie** hervorging, die sich sogar durch meine Untersuchungen über die Entwickelung der krebshaften Geschwülste (Deutsche Klinik 1854) auf die pa-

Ueber die Theilung der Blutzellen beim Embryo.

Von
ROBERT REMAK.

(Hiezu Taf. VIII.)

Am Schlusse meiner Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere (Berl. 1855. pag. 164-179) habe ich eine Geschichte der Zellentheorie gegeben und in derselben mitgetheilt, wie ich durch Zweifel gegen die von Schwann vertheidigte Generatio aequivoca der Zellen dahin gelangt bin, schon im Jahre 1841 zunächst an den embryonischen Blutzellen bei Vögeln und Säugethieren Vermehrung durch Theilung zu ermitteln. Diese Beobachtungen wurden zwar von Kölliker (1845) und Gerlach (1847) bestätigt; doch standen sie viele Jahre lang als vereinzelte Beispiele von Zellentheilung da, bis es mir im Jahre 1852 gelang zu erkennen (vergl. meinen Aufsatz über extracellulare Entstehung thierischer Zellen und über Vermehrung derselben durch Theilung, in Müll. Archiv 1852. p. 47), dass die aus der Furchung hervorgehenden Zellen sich sämmtlich bei ihrem Uebergange in Gewebe durch Theilung vermehren und dass die von mir früher beobachtete Theilung der Blutzellen (und der Muskelfaserzellen) nur vereinzelte Glieder in der Reihe dieser zusammenhängenden Erscheinungen waren. Die Auffindung der Eizellenmembran an dem sich furchenden Froscheie (Müller's Archiv 1854) und der Nachweis, dass die Furchung in einer fortschreitenden Theilung der Eizelle besteht, bildeten den Schlussstein jener Bemühungen, aus welchen eine vollständige Reform der Zellentheorie hervorging, die sich sogar durch meine Untersuchungen über die Entwickelung der krebshaften Geschwülste (Deutsche Klinik 1854) auf die pa-

thologischen Gewebe erstreckte. Das im Januar 1855 ausgegebene Schlussheft meiner embryologischen Untersuchungen, auf welches ich in dieser Hinsicht verweise, darf bis zur Stunde als der Ausdrnck des Standes dieser Fragen angesehen werden.

Während mehrere ausgezeichnete und thätige Histologen, namentlich Leydig, Max Schultze und Virchow sich für die von mir über Zellenbildung erlangten Ergebnisse und Ansichten aussprechen, scheinen andere Beobachter, wie Reichert und Henle, sich gegen die neuen Lehren skeptisch zu verhalten. Reichert hatte schon vor Jahren sich in absprechender Weise über die Theilung der Blutzellen geäussert, nnd neuerdings glaubt Henle, gestützt auf einige Angaben von Billroth, sich diesen Zweifeln anschliessen zu müssen [1]).

Da die Theilung der Blutzellen ein wichtiges Glied in der Reihe der Beobachtungen bildet, auf welchen die Theorie der Vermehrung der Zellen durch fortschreitende Theilung beruht, so habe ich in den Monaten Mai und Juni 1856 neue Untersuchungen an Hühner-Embryonen unternommen, um die gegen die Theilung der Blutzellen aufgestellten Bedenken zu prüfen. Es hat sich hierbei nicht blos, wie sich voraussehen liess, die seit so vielen Jahren und so häufig gemachte Beobachtung bestätigt, sondern ich habe mich auch von Neuem überzeugt, dass bei einem geübten Beobachter ein sehr grosser Mangel an Vorsicht oder Umsicht oder sehr grosses Missgeschick dazu gehört, wenn es ihm nicht glücken soll, die Theilung der Blutzellen zu beobachten.

Man braucht nur ein Ei zwischen dem dritten und sechsten Brüttage an einer Seite zu öffnen und so lange auf die unverletzte Seite zu legen, bis sich der Embryo über der Dotterflüssigkeit erhoben hat, alsdann ein Blutgefäss anzuschneiden und den ausfliessenden Tropfen auf einer trockenen Glasplatte aufzufangen, so wird man, mag ein Deck-

1) Neuerdings zieht es Reichert vor, meine Untersuchungen, sogar im Jahresberichte, mit Stillschweigen zu übergehen, und dafür philosophische Betrachtungen über Zellenbildung anzustellen.

gläschen aufgelegt werden oder nicht, in der Regel sofort eine Anzahl eingeschnürter, d. h. in der Theilung begriffener Zellen neben runden oder ovalen Zellen finden, und zwar alle diese verschiedenen Formen so regelmässig und zierlich, dass der Verdacht einer künstlichen Entstehung jener Einschnürungen kaum erwachen dürfte.

Man muss jedoch, um dieses Bild zu erlangen, sich davor hüten, dass das Ei nicht allzusehr erkalte: denn zahlreiche vergleichende Beobachtungen haben mir keinen Zweifel darüber gelassen, dass während des Erkaltens des Embryo die in der Theilung begriffenen Zellen ihre Theilung vollenden können, und dass man deshalb alsdann in einem Blutstropfen nur wenige eingeschnürte Zellen, dagegen viele kleine Zellen findet, die eben aus der Theilung hervorgegangen. Ja man kann sogar zuweilen, während der warme Blutstropfen auf dem Glase erkaltet, unter dem Mikroskop die Abschnürung oder Theilung vor sich gehen sehen. Um diesen Vorgang nach Kräften zu verspäten, thut man daher wohl, bei sehr warmem Wetter die Untersuchung anzustellen, das Ei auf warmem Wasser und unter einer Glasglocke liegen zu lassen, sowie endlich die Glasplatte, mit der man den Tropfen auffängt, auch das Deckgläschen, dessen man sich etwa bedient, vor dem Gebrauch in warmem Wasser oder durch starkes Reiben zu erwärmen.

Hat man sich die Fertigkeit erworben, die eingeschnürten Blutzellen in unversehrtem Zustande darzustellen, dann kann man dazu schreiten, die innere Beschaffenheit dieser Zellen zu prüfen. Ist der die Zellen erfüllende Farbestoff weniger dicht und die Beleuchtung günstig, so wird in jeder Hälfte einer eingeschnürten Blutzelle der Kern als eine runde wasserhelle Blase bald in der Nähe der Einschnürung, bald auch ganz entfernt davon erscheinen, und es wird sogar gelingen, innerhalb des Kerns ein oder auch zwei Kernkörperchen zu unterscheiden. Sobald aber der farbige Inhalt sehr dicht ist und die Kerne verdeckt, muss man zu Verdünnungsmitteln schreiten. Eine schwache erwärmte Zuckerlösung 0,5 pCt. oder eine schwache Lösung von doppeltchrom-

saurem Kali 0,6 pCt. werden das Gewünschte leisten, nämlich die Kerne in den beiden Zellenhälften sichtbar machen, und wenn man die Diffusion noch weiter treibt, d. h. mittelst eines an den Rand des Deckgläschens gelegten Streifens von Filtrirpapier die hinzugesetzte Flüssigkeit durch den Blutstropfen langsam hindurchzieht, so wird man allmählig dahin gelangen, die in der Einschnürung begriffene Zellenmembran in ihrem ganzen Umfange soweit wieder aufzublähen, *dass die Doppelzelle nunmehr als eine einfache, ovale oder runde, Zelle mit zwei Kernen erscheint.* Es kann aber auch geschehen, — wenn der Blutstropfen schon erkaltet oder die Flüssigkeit nicht erwärmt oder die Theilung zu weit vorgeschritten ist, — dass durch den erregten Strom die Doppelzelle an ihrer Theilungsstelle zerbricht, und man könnte dann glauben, dass man es mit zwei an einander klebenden Zellen zu thun gehabt habe, wenn nicht die Vergleichung mit den anderen doppelkernigen, sich aufblähenden Doppelzellen diese Deutung vollständig beseitigen würde.

Unter den Doppelzellen, welche im frischen Zustande zur Beobachtung kommen, giebt es zwei Arten. Bei den einen ist bloss eine seichte Einschnürung sichtbar, welche der Zelle die Gestalt eines Semmelpaares giebt, ohne dass der gefärbte Inhalt an der Stelle der Einschnürung eine Unterbrechung erleidet. Bei anderen zeigt sich an der Einschnürungsstelle eine quere, feine, dunkele Linie oder gar ein heller Streifen; das will sagen: der Farbestoff ist hier unterbrochen und durch eine helle Substanz getrennt, welche sich in den Umfang der beiden Zellenhälften, d. h. in die Zellenmembran fortsetzt. Vergleicht man diese Beobachtung mit den von mir über die Zellenbildung im Froscheie erlangten Ergebnissen (worüber ich meine embryologischen Untersuchungen nachzulesen bitte), so wird es sehr wahrscheinlich, dass die Theilung auch hier vor sich geht durch das Hineinwachsen von Fortsetzungen der Zellenmembran, welche als doppelte Scheidewände den gefärbten Inhalt (Protoplasma) in zwei Abtheilungen scheiden. Damit soll nicht behauptet werden, dass das Protoplasma bei der Theilung eine durchaus pas-

sive Rolle spiele. Denn es kommt sogar vor (Fig. 4. x), dass die Zellenmembran bei der Diffusion sich auf einer Seite abhebt, ohne dass das Protoplasma seine Einschnürung aufgiebt, und man erhält dann das Bild der trügerischen endogenen Zellenbildung, über welche ich an den Zellen des Froscheies die nöthigen Aufklärungen gegeben habe. (Unters. über die Entw. d. Wirbelthiere p. 134.)

Zu dieser Ansicht, dass nämlich die Theilung vor sich gehe mittelst Einschnürung des Protoplasma und Scheidewandbildung Seitens der Zellenmembran, gelangt man auch, wenn man zur Entfärbung oder Erhärtung der Blutzellen sich anderer Agentien, z. B. Essigsäure 0,02 pCt., Sublimatlösung 0,03 pCt., Chromsäure 0,03 pCt. bedient. Während schwache Essigsäure die Zellenmembranen aufbläht und die Kernkörperchen rasch sichtbar macht, dient Sublimat und Chromsäure dazu, die Zellenmembran zu erhärten und den Abschnürungsvorgang deutlich zu machen.

Um die am Kerne und Kernkörperchen sichtbaren Theilungsvorgänge zu prüfen, eignen sich die Blutzellen des dritten und vierten Brüttages weit besser, als die der späteren Brützeit, weil alsdann sich eine grosse Zahl von Blutzellen zur Theilung vorbereiten, auch der Farbstoff in den Zellen noch nicht so dicht ist und die Kerne weniger verdeckt. Um jene Zeit gelingt es sogar, selbst ohne Zusatz von ausspülenden Flüssigkeiten, in der Theilung begriffene Kerne oder Kernkörperchen innerhalb der Zellen zu sehen. Doch wird man die oben genannten chemischen Agentien zu diesem Zweck kaum entbehren können. Alsdann wird man aber auch die verschiedensten Uebergangsstufen der Theilung des Kerns sowohl wie der Kernkörperchen zur Anschauung bekommen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Abbildungen, welche zum Theil sogar nach eingekitteten Präparaten gemacht sind. Denn man kann, wenn man chemische Agentien angewendet hat, den Tropfen unter einem Deckgläschen, das man mit einem Lack umzieht (am besten mit dem von Dr. Oschatz bereiteten) ziemlich lange Zeit auf-

bewahren und die Theilungsvorgänge Anderen zur Anschauung bringen, wie ich selbst gethan habe[1]).

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Theilung der Blutzellen mit der Theilung des Kernkörperchens beginnt. Zu Anfang oder um die Mitte des dritten Tages sieht man zuweilen nur wenige Zellen mit doppelten Kernen, dagegen in fast allen Kernen Kernkörperchen, die in der Einschnürung begriffen, oder doppelt oder drei- auch vierfach vorhanden sind (Fig. 2 u. 4). Zwölf Stunden später dagegen sind viele Zellen mit doppelten Kernen und einfachen oder doppelten Kernkörperchen sichtbar. Die Theilungsvorgänge der Kernkörperchen ereignen sich demnach gleichzeitig in vielen Zellen und ebenso die nachfolgenden Theilungen der Kerne. Alle diese Acte sind nur die Vorbereitungen für die lebhafte Vermehrung der Zellen durch Theilung, welche am vierten und fünften Tage stattfindet, wenn die Blutgefässe sich mit Blut füllen, um dem Bedarf der Allantois zu genügen.

Die Regel ist, dass das Kernkörperchen sich in zwei Theile abschnürt, und ebenso der Kern in zwei Kerne. Wie es aber zuweilen vier Kernkörperchen giebt, so finden sich auch zuweilen vier Kerne in einer Zelle. Und zwar habe ich sie sowohl am dritten, wie am achten Brüttage gefunden. Bei den Säugethieren ist, wie ich schon in meinen ersten Mittheilungen vom Jahre 1841 (Med. Vereins-Zeitung 1841 No. 27 und Canstatt's Jahresbericht) gesagt habe, das Vorkommen von vier Kernen in einer Zelle sehr häufig. Bei dem Hühnchen habe ich diese Erscheinung erst nunmehr ermittelt.

In der Regel sind die aus der Theilung des Kernkörper-

---

1) Die Theilung der Blutzellen aus frischen Hühner-Embryonen vorzuzeigen, war in meinen histologischen Vorträgen, welche seit einem Jahre durch meine therapeutische Thätigkeit unterbrochen worden, während des Sommers immer Gegenstand der Demonstration. Auch Herr Prof. Gerlach aus Erlangen sagte mir vor kurzem, dass er die Theilung der Blutzellen aus frischen Embryonen seinen Zuhörern zu demonstriren pflegt.

chens, des Kernes und der Zelle hervorgehenden Theile unter einander gleich. Zuweilen findet man jedoch Zellen, welche in zwei ungleiche Theile zerfallen. Diese Erscheinung ist sehr auffallend an dem Blute eines in Chromkali aufbewahrten Embryo von *Coluber natrix*, aus welchem ich (Fig. 15) eine Anzahl von Zellen abgebildet habe. Allein sie findet sich auch gar nicht selten beim Hühnchen an den verschiedensten Brüttagen. Da nun manche Zellen sich zu grossen abgeplatteten, ovalen Scheiben ausbilden, während andere sich theilen, so entsteht eine überraschende Ungleichheit der Blutzellen, welche namentlich nach dem sechsten Tage sehr auffallend wird und in den beiliegenden Zeichnungen sich kenntlich macht. So kann es neben einander gefärbte Zellen geben, welche um das Sechsfache und darüher in ihrer Grösse von einander abweichen, so zwar, dass die kleinsten kaum $^1/_{300}$ L. messen. Sehr kleine gefärbte kernhaltige Zellen habe ich auch bei einem Embryo vom 18ten Brüttage, also kurz vor dem Auskriechen gefunden (Fig. 14).

Die an den Blutzellen im Verlaufe des Eilebens des Hühnchens beobachteten Theilungen gefärbter Blutzellen finden sich am häufigsten an denjenigen Brüttagen, an welchen eine sichtliche Vermehrung des Blutes stattfindet, namentlich zwischen dem dritten und achten Tage. Bis zum zwölften Tage nehmen sie allmälig an Häufigkeit ab, genau in dem Verhältnisse, in welchem auch die Vermehrung der Blutmasse abnimmt. Nach dem zwölften Tage habe ich bisher keine normale Theilung wahrgenommen. Da sich am Schlusse des Eilebens sämmtliches in der Allantois und im Dottersack befindliche Blut in den Embryo zurückzieht, so bestätigt sich auch auf dieser Entwickelungsstufe, dass das Auftreten der Theilungen proportional ist einer nachweislichen Vermehrung der Blutmasse.

Damit will ich keinesweges behaupten, dass während der Brütung keine neuen farblosen Blutzellen hinzukommen, die sich in farbige umwandeln. Doch muss ich in dieser Hinsicht auf dasjenige verweisen, was ich in meinem grösseren Werke über diesen Gegenstand gesagt habe, da ich diesmal

nur die Absicht hatte, auf die bestrittenen Theilungen der gefärbten Blutzellen einzugehen.

Der Vollständigkeit wegen habe ich noch einiger Erscheinungen zu gedenken, welche vielleicht mehr ein pathologisches, als physiologisches Interesse haben, aber für die Entwickelungsgeschichte der Blutzellen von Bedeutung sind.

Bei meiner ersten Mittheilung (Med. Zeit. 1841. No. 27) unterschied ich im Hühner-Embryo aus der dritten Brütwoche „biscuitförmige Blutkörperchen, deren dicke Enden roth gefärbt und jedes mit einem Kerne versehen waren; diese beiden Kerne waren durch einen dünnen Faden mit einander verbunden." — Allein schon in dem von mir (für Canstatt) verfassten Jahresberichte über die Fortschritte der Physiologie im Jahre 1841 (Separatabdruck p. 17) sagte ich in einer Anmerkung: „Weitere Untersuchungen haben mich zweifelhaft gemacht, ob die biscuitförmige Gestalt mancher Blutkörperchen eine normale Entwickelungsstufe derselben bildet und ob sie nicht bloss einer Dehnung ihr Entstehen verdankt. Dagegen habe ich neuerdings von dem dritten Brüttage an rothe Blutkörper gesehen, welche die des erwachsenen Thieres bei weitem an Grösse übertrafen und doppelte Kerne enthielten. Bei Schweins-Embryonen von 1 Zoll Länge waren die Blutkörperchen 4—6mal grösser, als die von erwachsenen Schweinen; sie zeigten doppelte und vierfache Kerne, welche offenbar verschiedenen, durch blasse Zwischenlinien markirten Abtheilungen des Blutkörperchens angehörten." —

In meinem embryologischen Werke (p. 107) habe ich noch einmal meine Zweifel darüber ausgesprochen, ob die von Kölliker (Gewebelehre 1852. p. 21) abgebildeten biscuit- oder hantelförmigen Blutzellen normale Bildungen seien. Meine letzten Untersuchungen hahen diesen Zweifeln neuen Boden gegeben. Denn ich habe gar häufig, wie die Abbildungen zeigen, in der letzten Brütwoche solche Körper gefunden in welchen nur die eine Hälfte einen Kern enthielt (Fig. 12), die andere dagegen kernlos war. Beide Hälften hingen durch einen farblosen, schlauchförmigen Theil mit einander zusam-

men, welcher offenbar nichts weiter als die ausgedehnte Zellenmembran war. Kurz diese auffallenden Gebilde machen ganz den Eindruck, als seien sie durch einen abortiven Theilungsvorgang entstanden, bei welchem eine normale Kerntheilung nicht zu Stande gekommen und deshalb eine normale Zellentheilung nicht von Statten gehen will. Für diese Deutung spricht auch, dass schon vom sechsten Tage ab (Fig. 8 z u. 9 z) Zellen mit Einschnürungen vorkommen, bei welchen nur die eine Hälfte einen Kern (Fig. 8 z), zuweilen sogar mit zwei Kernkörperchen enthält, während die andere kernlos ist. Diese Zellen kenne ich seit vielen Jahren, aber ich glaubte, dass der Kern vielleicht noch später in die Mitte rücke und seine Theilung vollbringe. Allein nachdem ich jetzt diesem Gegenstande besondere Aufmerksamkeit gewidmet, scheint es mir unzweifelhaft, dass es sich hier um einen abnormen Theilungsvorgang handelt, bei welchem die Zelleneinschnürung beginnt, bevor die Kerntheilung zu Stande gekommen. Eine solche in abnormer Theilung begriffene Zelle kann es, wie der Erfolg lehrt (Fig. 8, 9, 12, 13), dahin bringen, dass das Protoplasma in beiden Hälften der Doppelzelle, sowohl in der kernhaltigen wie in der kernlosen, sich abrunde und gewissermassen selbstständig mache; allein sie vermag nicht zu einer Theilung der Zellenmembran zu gelangen, sondern diese wird zu einem langen Zwischenschlauche ausgedehnt. Mindestens habe ich niemals Zellen ohne Kerne gefunden, wenngleich es nicht selten vorkommt, dass der Kern nicht die gewöhnliche blasige Beschaffenheit darbietet, sondern wie ein verschrumpfter fester Körper aussieht, in welchem man das Kernkörperchen vermisst (Fig. 6. y, z).

Die beschriebenen hantelförmigen, nach meiner Deutung in misslungener Theilung begriffenen Zellen finden sich, wie ich schon im Jahre 1841 bemerkte (in Canstatt's Jahresbericht), nicht in allen Embryonen und nicht zu allen Brützeiten, sondern am zahlreichsten in der letzten Brütwoche, namentlich bei solchen Embryonen, bei welchen die Aufsaugung des Dotters und die Hereinziehung des Dottersackes in die Bauchhöhle nicht in normaler Weise von Statten geht,

und welche aus diesem Grunde nicht lebensfähig zu sein pflegen. Ich vermuthe, dass diese krankhaften Zustände der Blutzellen abnormen Schwankungen der Temperatur oder anderen ungünstigen Einflüssen im Brütofen ihr Entstehen verdanken.

Erklärung der Tafel.

Sämmtliche Figuren sind bei 450facher Vergrösserung gezeichnet und betreffen mit Ausnahme der Fig. 15 den Hühner-Embryo.

Fig. 1. Zwei mattgefärbte (a u. b) uud eine grössere farblose, granulirte, mit zwei hellen Kernen versehene Zelle innerhalb der Gefässe der Area vasculosa eines 48stündigen Embryo beobachtet.

Fig. 2. Die aus einem Gefässe eines 60stündigen Embryo ausfliessenden Zellen, welche sehr weich sind und unter den Augen des Beobachters kleine beulenförmige oder auch cylindrische Ausbuchtungen bekommen.

Fig. 3. Blutzellen vom dritten Tage im frischen Zustande mit einer Mischung von doppeltchromsaurem Kali (2 Gran) und doppeltschwefelsaurem Kali (1 Gran auf die Unze Wasser) behandelt. Man sieht entfärbte Zellen mit einfachen und doppelten Kernen und Kernkörperchen, zum Theil in der Einschnürung begriffen.

Fig. 4. Zellen vom Ende des dritten Tages mit derselben chromsauren Mischung behandelt. Bei x eine Doppelzelle, auf welcher sich an einer Seite die Membran erhebt, ohne dass das Protoplasma die Einschnürung verliert; in der einen Hälfte ein in der Einschnürung begriffener Kern. Die übrigen Zellen sind entfärbt nud zeigen zwei, auch drei (p), sogar vier (y) zum Theil noch nicht ganz von einander abgeschnürte Kerne.

Fig. 5. Vom 4ten Tage mit einer lauwarmen Zuckerlösung behandelt, in welcher die Kerne, aber nicht überall die Kernkörperchen sichtbar werden.

Fig. 6. Vom 5ten Tage mit einer lauwarmen Lösung von doppeltchromsaurem Kali 0,2 pCt. behandelt; Zellen von der verschiedensten Beschaffenheit. Die Doppelzelle A zeigt auf der Theilungsstelle einen hellen Streifen und theilt sich während der Beobachtung (A″). Die Zellen y und z zeigen verschrumpfte Kerne.

Fig. 7. Vom 5ten Tage; Blutzellen im frischen Zustande bei langsamer Einwirkung von Zuckerlösung.

Fig. 8. Vom 6ten Tage; nach längerer Einwirkung von doppeltchromsaurem Kali 0,4 pCt. treten die Contouren der Zellenmembranen

scharf hervor, so dass man bei y die Einschnürung der Zellenmembran deutlich unterscheiden kann

Bei z eine eingeschnürte Zelle, in welcher nur die eine Hälfte einen Kern zeigt.

Fig. 9. Vom 8ten Tage; Zellen von sehr ungleicher Grösse und Beschaffenheit (Zusatz von Kali bichromicum gr. jjj, Acid. sulf. gr. j auf 1 Unze Wasser).

z, mehrere Zellen mit abnormer Theilung.

a, Zelle mit einem Kern, der sich in vier Abtheilungen scheidet.

b, Zelle mit vier kleinen Kernen.

Fig. 10. Vom 9ten Tage; sehr grosse (a) und sehr kleine (b) gefärbte Zellen, auch farblose Zellen (c), aber keine Theilungen zu finden.

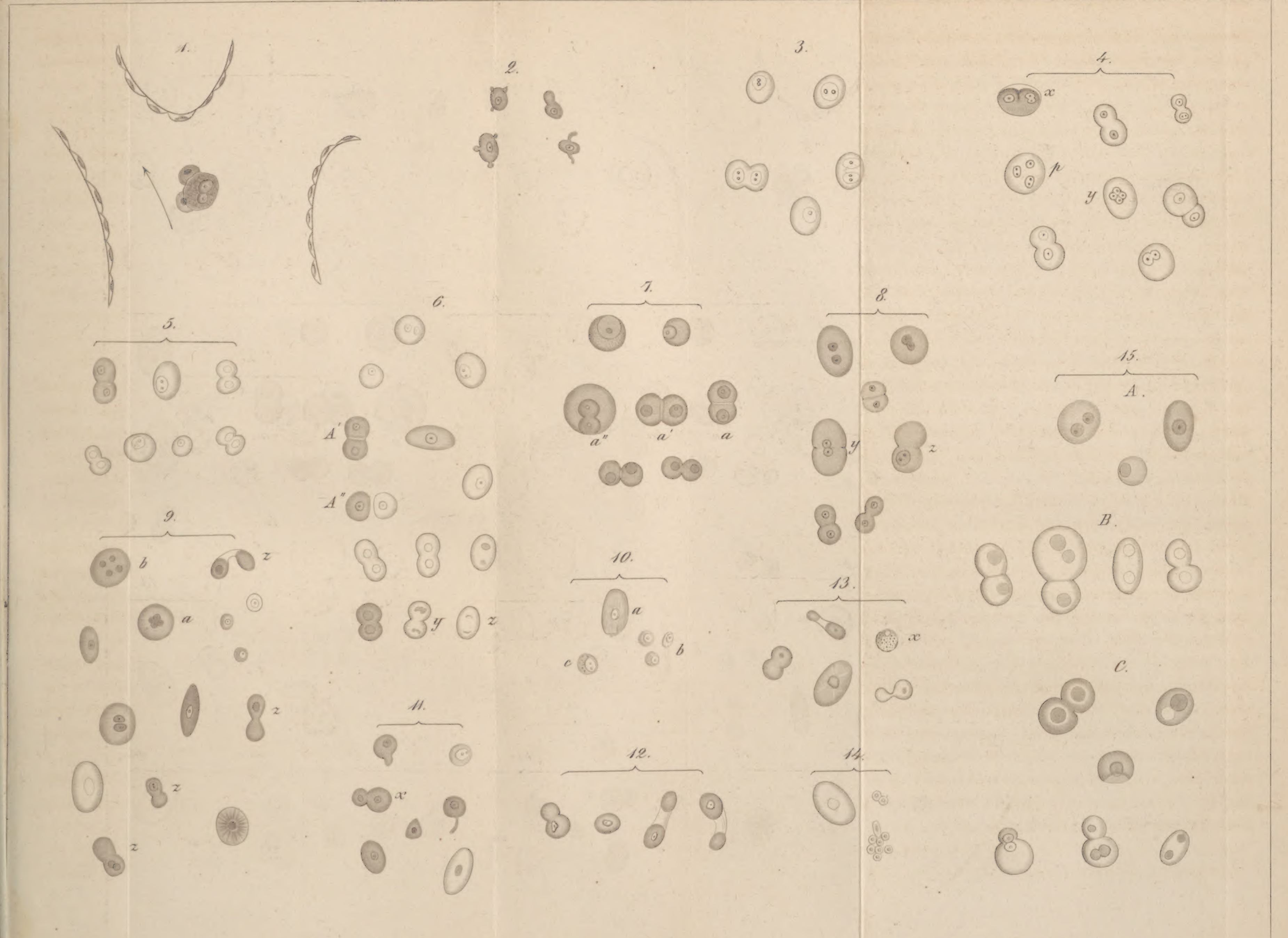
Fig. 11. Vom 10ten Tage; Zellen frisch und weich, zum Theil während der Beobachtung Ausbuchtung zeigend; Doppelzellen (x) sehr selten, kaum auf tausend Zellen eine; die Zellen im Ganzen weit kleiner, als am 8ten Tage; keine hantelförmigen Zellen zu finden.

Fig. 12. Vom 12ten Tage; mit Zuckerwasser und Essigsäure. Keine normale Theilung zu finden, wohl aber die beschriebenen hantelförmigen Zellen.

Fig. 13. Vom 16ten Tage; wie oben, auch farblose granulirte Zellen (x).

Fig. 14. Vom 18ten Tage; sehr grosse und sehr kleine gefärbte Zellen.

Fig. 15. Aus einem drei und eine halbe Windungen zeigenden Embryo von *Coluber natrix*, der ein Jahr lang in einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali (6 Gran auf die Unze) aufbewahrt war. Die Zellen sind zwar entfärbt und brüchig, aber die verschiedenen Theilungsstufen sehr deutlich. Nur die Kernkörperchen sind in den sehr festen und dunkeln Kernen in der Regel nicht zu unterscheiden.



Remak del. Wagenschieber sc.

